Aus der Anatomischen Anstalt in München, Abteilung für Histologie und Embryologie. Professor W. VOGT

Die Lagebeziehung der Spermiumeintrittsstelle zur Medianebene und zur ersten Furche nach Versuchen mit örtlicher Vitalfärbung am Axolotlei

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

in der gesamten Medizin

verfaßt und einer Hohen medizinischen Fakultät der Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ödön Bánki

aus Győr, Ungarn

Weimar
Druck von R. Wagner Sohn
1927

Med. 141 46 S. 1927

Aus der Anatomischen Anstalt in München, Abteilung für Histologie und Embryologie. Professor W. Vogt

Die Lagebeziehung der Spermiumeintrittsstelle zur Medianebene und zur ersten Furche nach Versuchen mit örtlicher Vitalfärbung am Axolotlei

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

in der gesamten Medizin

verfaßt und einer Hohen medizinischen Fakultät der Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ödön Bánki

aus Györ, Ungarn

Weimar
Druck von R. Wagner Sohn
1927

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

11. Herr Bánki (als Gast):

Die Lagebeziehung der Spermiumeintrittsstelle zur Medianebene und zur ersten Furche nach Versuchen mit örtlicher Vitalfärbung am Axolotlei.

Mit Vorweisungen.

Mit 11 Abbildungen im Text.

Das Problem der Beziehungen der Spermiumeintrittsstelle zur Medianebene und zur ersten Furche ist wohl bekannt. Roux untersuchte als erster diese Frage eingehender. Seine Experimente ergaben ein Zusammenfallen von erster Furchungsebene und späterer Medianebene des Embryo. Er entwickelte seine Anschauung dahin weiter, daß die Übereinstimmung dieser beiden Ebenen von der Befruchtung herrührt: die Eintrittsstelle des Samenfadens wird die ventrale Seite des Eies; der Befruchtungsmeridian, d. i. die Ebene des Spermiumeintrittes, bestimmt also die bilaterale Symmetrie im Ei, und damit entspricht er der späteren Medianebene des Embryo. Die erste Furche erscheint regelmäßig auch in dieser Ebene. Die Untersuchungen von Roux bezogen sich auf das Froschei. — Die Frage nach der prospektiven Bedeutung der ersten Furchungsebene für die bilaterale Symmetrie und nach dem zeitlichen Auftreten einer solchen Symmetrie im Ei war um die Jahrhundertwende ein der umstrittensten Probleme entwicklungsmechanischer Forschung. Zahlreiche, mehr oder weniger voneinander abweichende Ansichten und Untersuchungen haben die Streitfrage keineswegs befriedigend gelöst. Unter anderem hatten Spemanns Schnürungsversuche für einige Tritonarten ergeben, daß in etwa $\frac{1}{3}$ der Fälle die erste Furche, in etwa $\frac{2}{3}$ der Fälle die darauf senkrechte zweite der Symmetrieebene der Bilateralität entspricht. — Das Interesse für das Problem hat in den beiden letzten Jahrzehnten nachgelassen, da mit den angewandten Methoden kaum noch Neues zu erreichen war. Sie ermöglichten niemals eine fortlaufende Beobachtung der Vorgänge von der Besamung durchgehend bis zur Gastrulation, ohne in den Entwicklungsvorgang mehr oder weniger einzugreifen oder ihn zu stören (Zwangslage, Austrocknenlassen der Gallerte,

Pressung zwischen Glasplatten, Schnürung usw.). Es fehlten besonders solche fortlaufende Beobachtungen am Urodelenei.

Die von meinem Lehrer Prof. Vogt eingeführte örtliche Vitalfärbung mittels Agar als Farbträger erlaubte den gesamten Fragenkomplex neuerdings experimentell anzugehen. Sie ist durch ihre weitaus genauere und einfachere Beobachtungsmöglichkeit den vorher angewandten Methoden, nicht nur den rein beobachtenden, sondern auch den experimentellen (z. B. der Schnürung) weitaus überlegen. Vogt berichtete auf der Tagung dieser Gesellschaft in Heidelberg, wiederholt in der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München über die Methodik und die mit ihr bis jetzt ermittelten Versuchsergebnisse. Diese Ergebnisse beziehen sich im wesentlichen auf die Frage nach dem Auftreten der ersten Furche im Verhältnis zur dorso-ventralen Polarität des Eies und auf das Erscheinen der Eisymmetrie und ihrer ersten Kennzeichen: grauer Halbmond, Verschiebung des Richtungsfleckes (Achsendrehung). Die Bedeutung der Spermiumeintrittsstelle, d. h. des Befruchtungsmeridians für das Auftreten der Eisymmetrie und der ersten Furche, wurde nicht näher untersucht.

Auf Prof. Vogts Anregung und unter seiner Leitung habe ich an der Ergänzung seiner erwähnten Versuche mitgearbeitet und weiterhin die letzte noch nicht näher untersuchte Frage mit Farbmarkierung in Angriff genommen: die Lagebeziehung der Spermiumeintrittsstelle zur Medianebene und zur ersten Furche. Aus den zahlreichen eigenen Versuchen sollen hier nur die Ergebnisse derjenigen Beobachtungsreihen mitgeteilt werden, in denen es gelang, die Beziehungen jener bedeutenden Phasen von der Zeit der Befruchtung über die Bildung der Eisymmetrie und Furchung bis zur Gastrulation an jedem einzelnen untersuchten Ei im Zusammenhang festzustellen, sie also nicht nur aus verschiedenen Versuchsreihen zu kombinieren.

Das Axolotlei ist für eine solche Untersuchung besonders geeignet. Wenn man das Axolotlweibchen mit einem Männchen in tiefem Wasser zusammenbringt nach einer Fortpflanzungspause von einigen Monaten und die Wassertemperatur auf 4—5° erniedigt, kann man die Tiere meist innerhalb von 48 Stunden zum Laichen bringen (Jollos).

Die natürlich befruchteten Axolotlkeime, kurz nach der Eiablage genommen, zeigen deutlich die Stelle, wo der Samenfaden eingedrungen ist in Form eines Trichters, der, wenn er auf der animalen Hälfte liegt, noch durch eine besondere und auffallende Pigmentierung ausgezeich-

net ist. In diesem Stadium kann man meistens noch das winzige zweite Richtungskörperchen wahrnehmen. (Vgl. die halbschematischen Abb. 1 und 3.) Beim Axolotl findet man häufig in den ersten 24 Stunden der Laichablage vorwiegend monosperm befruchtete Keime. Doch gilt das nicht allgemein, denn man trifft auch Laich an, in welchem man vergeblich auch in dieser Zeit nach monosperm befruchteten Eiern sucht. Das Spermium kann sich jeden Ort der Eioberfläche als Eintrittsstelle wählen; in der Hauptzahl der Fälle dringt es an der animalen Hälfte ein, und zwar in wechselnder Entfernung vom Richtungsfleck, bei Monospermen jedoch meistens nahe dem Äquator (in Abb. 1 ist die Spermiumeintrittstelle über dem Äquator sichtbar, in Abb 3 liegt sie genau im Äquator, deswegen bleibt sie hier in Ansicht von oben unsichtbar; der Pfeil bezeichnet ihre Lage).

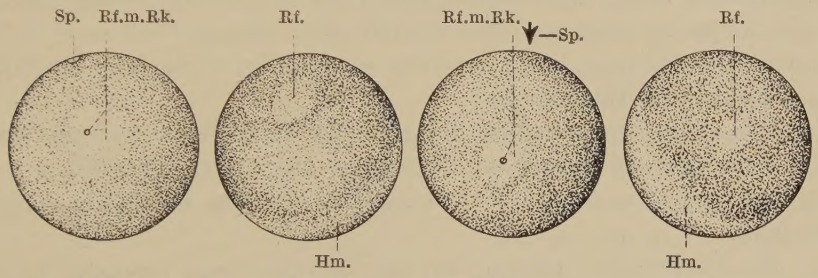

Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3. Abb. 4.

Abb. 1—4. Halbschematische Zeichnungen nach Photographien. Vergrößerung ca. 12fach. *Sp.* = Spermiumeintrittsstelle; *Rk.* = Richtungskörperchen; *Rf.* = Richtungsfleck, *Hm* = Halbmond.

Abb. 1. Axolotlei im Stadium der Befruchtung. Spermiumeintrittsstelle in der Randzone. Annähernd zentral liegender Richtungsfleck mit 2. Richtungskörperchen.

Abb. 2. Dasselbe Ei 4—6 Stunden nach der Befruchtung. Der Halbmond ist aufgetreten und der Richtungsfleck exzentrisch gerückt.

Abb. 3. Axolotlei im Stadium der Befruchtung. Die Spermiumeintrittsstelle liegt im Äquator (↓).

Abb. 4. Dasselbe Ei im Stadium wie Abb. 2.

Vier bis sechs Stunden nach der Besamung ändert sich das Pigmentbild (vgl. Abb. 1 mit 2 und Abb. 3 mit 4). Der meistens zentral liegende Richtungsfleck wird verschwommen und rückt in eine exzentrische Lage und zwar entgegengesetzt derjenigen Seite, wo allmählich eine Pigmentaufhellung entstanden ist. Diese Aufhellung wurde von Roux gelegentlich schon beobachtet, in ihrer Bedeutung dem grauen Halbmond der Anuren gleichgesetzt und als die zukünftige dorsale Seite des Eies erkannt. Der Halbmond entsteht immer im äquatorialen Gebiet einmal tiefer, ein andermal höher. Davon rührt es her, daß in

der Ansicht von oben die Deutlichkeit des Halbmondes wechselt. Abb. 2 und 4 zeigen, daß in verschiedener Breite der Halbmond auf die animale Hälfte übergreift.

Die Entstehung des Halbmondes und die Verschiebung des Richtungsfleckes ist der äußere Ausdruck der Verlagerung der Eiachse. Die Stellungsänderung der Achse entsteht durch die Umlagerung der Eisubstanzen nach der Schwere als unmittelbare Folge der Besamung. Wenn man Abb. 1—4 betrachtet und Abb. 1 mit 2 und Abb. 3 mit 4 vergleicht, gewinnt man einen deutlichen Eindruck dieser Vorgänge. Es sieht so aus, als ob das Ei sich in Umdrehung befände, indem der Halbmond von der unteren Hälfte her auftaucht.

Die ein bis zwei Stunden nach der Ausbildung des Halbmondes einschneidende erste Furche verzerrt die symmetrische Form des Halbmondes wenig. Er verliert durch die weitere Aufteilung immer mehr von seiner ursprünglichen Gestalt, doch zeichnet sich diese Seite durch hellere Tönung ihres Pigmentes unverändert deutlich im Stadium der Morula und Blastula aus.

Die eben beschriebenen Phasen der Primitiventwicklung sind die eigentlichen Objekte dieser Versuche. Die weiteren Stadien interessieren uns nur, soweit wir sie zur Bestimmung der Medianebene brauchen.

Die Gastrulation beginnt auf der dorsalen Seite im Bereich des Halbmondes unter dem Bilde eines feinpigmentierten Grübchens. Dieses Grübchen ist der erste Hinweis auf die Lage der Medianebene im Embryo. Die Urmundspalte vergrößert sich von ihm aus beiderseits symmetrisch-halbmondförmig, während sich gleichzeitig ein wesentlicher Teil des Gastrulationsvorganges abspielt: die Einrollung des Randzonenmaterials. Wir benützen zur Bestimmung der Medianebene die Mitte des symmetrischen Urmundes.

Sämtliche Keime wurden in ihrem Randzonengebiet markiert. Nur die hier angebrachten Marken gelangen durch die Einrollung während der Gastrulation in übersichtliche Beziehung zum halbmondförmigen Urmund. (Näheres über die Methode der Markierung siehe in der ausführlichen Darstellung von Vogt 1925.)

An jedem beobachteten Ei wurden drei Markierungen vorgenommen, und zwar in den drei für unsere Fragestellung wichtigen Stadien: Spermiumeintritt, grauer Halbmond und erste Furche.

Nach Prüfung auf sichere Monospermie — die an der unpigmentierten Hälfte erfolgten Einschläge sind zwar schwer, aber mit Sicherheit zu erkennen, sie werfen deutlich wahrnehmbare Schatten in seit-

licher Beobachtung — wurde die Ebene des Befruchtungsmeridians markiert. Nach Ausbildung des Halbmondes wurde dieser an seinen beiden Endpunkten und in seinem mittleren Bezirk gezeichnet; endlich bekamen auch die Äquatorialpunkte der ersten Furchungsebene Marken. Kurze Zeit nach der letzten Markierung wurden die Farbträger entfernt.

Jede vorgenommene Markierung wurde durch Zeichnung mit dem ABBÉ'schen Zeichenapparat festgehalten, desgleichen ein Zwischenstadium vor der Gastrulation. Im Stadium des halbmondförmigen Urmundes wurde weiterhin die Lage der Farbmarken zur Symmetrieebene des Urmundes, also zur Medianebene des Embryo, durch genaue Zeichnung festgestellt.

Die Lagebeziehungen, d. h. die Abweichungen der Hauptebenen voneinander, haben wir in Winkelgraden gemessen unter Anwendung eines eigenen Meßverfahrens, bei welchem die genauen Protokollzeichnungen auf ein kugelförmiges Modell projiziert wurden.

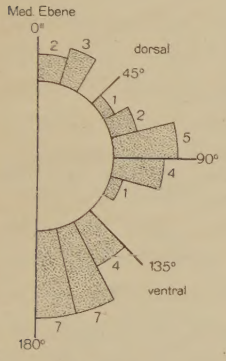

Abb. 5.

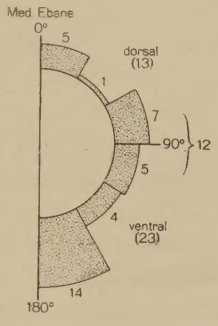

Abb. 6.

Abb. 5 und 6. Die Winkelbeziehungen zwischen Spermiumeintrittstelle und Medianebene der Gastrula. In den Abb. 5—11 bezeichnen die Zahlen neben den Sektoren die Häufigkeit der Fälle für den entsprechenden Grad der Abweichung im Markierungsversuch.

Die ermittelten Resultate wurden in Gruppen zu 15° und dann nochmals in Gruppen zu 30° zusammengefaßt. Abb. 5—11 zeigen diese Gruppeneinteilungen in punktierten Sektoren. Die Höhe der Sektoren entspricht der Häufigkeitszahl in der betreffenden Gradgruppe (vgl. in den Abb. 5—11 die eingetragenen Zahlen mit der Größe der Sektoren). Bei der Zusammenstellung der Tafel ist nicht berücksichtigt, ob die markierten Punkte ihren Sitz rechts oder links von der festgedachten Ebene hatten. Diese Ebene ist in den Abb. 5—6 und 9—10 die Medianebene, in den Abb. 7 und 8 der Befruchtungsmeridian. In solchen primitiven symmetrischen Systemen ist die Rechts- oder Linkslage in bezug auf die Symmetrieebene gleichgültig. Mit anderen Worten, in dem Schema wurden die Marken von rechts und links auf einer Seite zusammengefaßt.

Nach dieser vorausgeschickten Darstellung der Versuchsanordnung und der Art der Gewinnung der Ergebnisse betrachten wir die zahlenmäßigen Befunde (Abb. 5—11).

Abb. 5 und 6 zeigen das Verhalten der Spermiumeintrittsstelle zur späteren Medianebene. Die Häufigkeitszahl des Zu-

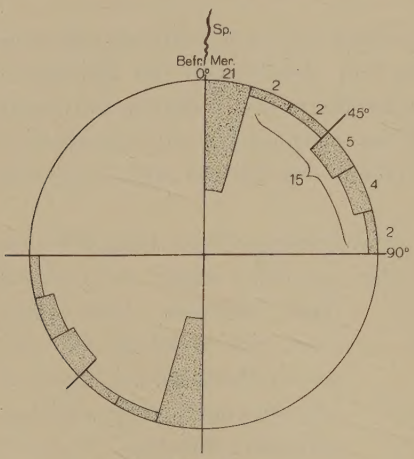

Abb. 7.

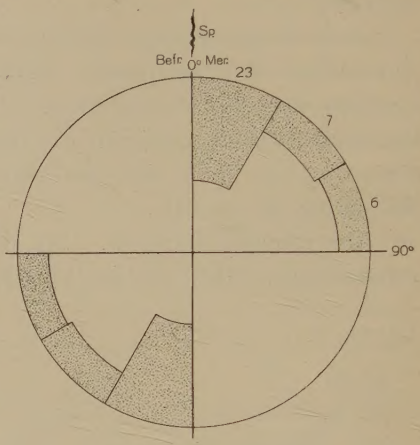

Abb. 8.

Abb. 7 und 8. Die Winkelbeziehungen zwischen erster Furchungsebene und Befruchtungsmeridian. *Befr.Mer.* = Befruchtungsmeridian.

sammenfallens von Befruchtungsmeridian und Medianebene nimmt von ventral nach dorsal ungleichmäßig ab (die Zahlen bilden folgende Reihe: **7,7**, 4, 0, 1, **4**, **5**, 2, 1, 0, **3**, **2**, in Abb. 5); gewisse Häufung zeigen die ventralen (14), transversalen (5 und 7) und dorsalen (5) Achsenbezirke (Abb. 6). Der Samenfaden drang also in meinen Versuchen am häufigsten ventral, weniger häufig transversal und am seltensten dorsal in das Ei.

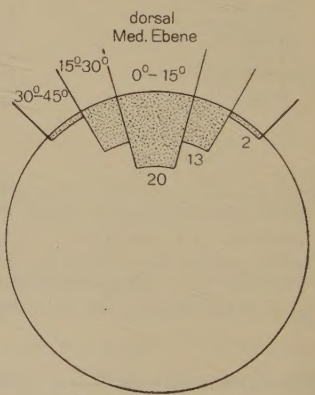

Abb. 9. Die Winkelbeziehungen zwischen der Medianebene des grauen Halbmondes (= Symmetrieebene des Eies) und der Medianebene der Gastrula.

In Abb. 7 und 8 ist das Verhalten der ersten Furche zum Befruchtungsmeridian dargestellt. Es fällt auf, daß sie eine ganz besondere Neigung besitzt mit der Ebene der Besamung zusammenzufallen. Von den 36 untersuchten Keimen enthält der Sektor von 0—15°, welcher den Befruchtungsmeridian in sich schließt, 21 Fälle (Abb. 7).

Die Markierungsergebnisse am grauen Halbmond in bezug auf das Verhalten der Symmetrieebene des Eies zu der des Embryo sind in Abb. 9 dargestellt. — Wir markieren die abgeschätzte Ausdehnung des Halbmondes und vergleichen die Mitte dieses markierten Bezirkes mit der wirklichen, im Stadium des halbmondförmigen Urmundes festgestellten Medianebene. In der überwiegenden Zahl der Fälle (20) fällt die Mitte des Halbmondes mit der Medianebene zusammen. Die weiteren 13 bzw. 13 + 2 Fälle sind nicht als beträchtliche Abweichung aufzufassen, die Medianebene fällt immerhin noch in den Bereich des Halbmondes (die zwei Fälle größter Abweichung überschreiten nicht einmal den Sektor von 30—45°).

Zur Erklärung der Abweichungen müssen wir in Betracht ziehen, daß die genaue Markierung des Halbmondes nicht einfach ist. Die Spermiumeintrittsstelle stellt einen Punkt dar, die erste Furche eine durch eine Linie wahrgenommene Ebene, beide sind ganz exakt zu markieren. Dagegen ist der Halbmond ein Bezirk der Oberfläche mit allmählich verschwimmenden Rändern, nur durch Helligkeitsunterunterschiede von seiner Umgebung abgegrenzt. Seine Form muß beurteilt, seine Ausdehnung abgeschätzt werden, und das Auge ist nicht fähig, dies ohne Täuschung auszuführen. Man bedenke, daß die Ausdehnung des Halbmondes meistens den halben Umfang des Eies einnimmt (vgl. Abb. 2 und 4) und, daß das äußere Pigmentbild wohl auch nicht immer genau der inneren Symmetriestruktur entspricht. Ferner erfolgte die Auswahl der untersuchten Keime lediglich nach dem Gesichtspunkte der Monospermie in einem Stadium, wo der Halbmond überhaupt noch nicht sichtbar war. Unter ihnen waren also Fälle, wo später der Halbmond undeutlicher begrenzt auftrat. Alle diese Fehlerquellen können die Abweichung genügend erklären. — In Wirklichkeit fallen die Befunde dieser Beziehung nicht so symmetrisch aus, wie es Abb. 9 darstellt. Rechts und links ist nicht berücksichtigt; die Häufigkeitszahlen sind symmetrisch eingetragen. Es soll durch diese Symmetrie nur die Form des Halbmondes nachgeahmt werden.

Nach diesen Ergebnissen können wir es als sicher annehmen — der Auffassung der meisten Autoren entsprechend —, daß die Eisymmetrie, gekennzeichnet durch den dorsal auftretenden Halbmond, mit der späteren Körpersymmetrie regelmäßig übereinstimmt.

Die Beziehung zwischen erster Furche und Medianebene zeigen Abb. 10 und 11. Es ergibt sich, daß jede Abweichung der beiden Ebenen von 0—90° vorkommt, jedoch ist der mediane (19

dorsal, 15 ventral, Abb. 11) und transversale Sektor (12 dorsal, 11 ventral, Abb. 11) im Sinne einer geringen Bevorzugung betont. In Abb. 10 und 11 fällt es auf, daß die durch die Größe der Sektoren ausgedrückte Häufigkeitszahl dorsal größer ist als ventral. Diese Tatsache wird dadurch erklärt, daß die erste Furche selten gleichgroße Zellen trennt, und es kann vorkommen, daß eine besonders kleine Zelle vollständig in die dorsale Eihälfte fällt. In diesem Falle liegen die äquatorialen Punkte der ersten Furchungsebene beide dorsal und sie werden auch da gemessen. Unter den 36 untersuchten Objekten befanden sich nur zwei Keime mit ganz in der dorsalen Hälfte liegender erster Furche, von denen das Überwiegen der dorsalen Häufigkeitszahlen (38) gegenüber den ventralen (34) herrührt.

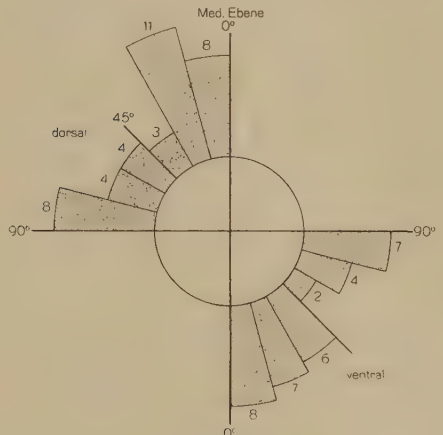

Abb. 10.

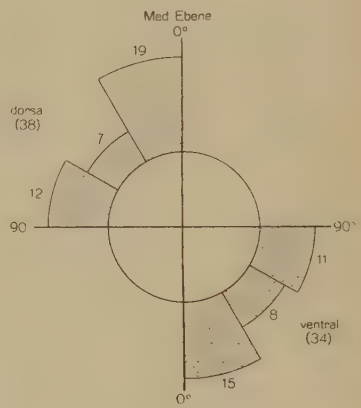

Abb. 11.

Abb. 10 und 11. Die Winkelbeziehungen zwischen erster Furchungsebene und Medianebene der Gastrula.

Betrachten wir kritisch die Befunde, welche sich für die gesuchten Lagebeziehungen ergeben haben, und heben wir die Unterschiede gegenüber früheren Auffassungen hervor, so läßt sich folgendes feststellen:

1. Beziehung der Spermiumeintrittsstelle zur Medianebene.

Roux und andere Autoren nahmen als Regel an, daß der Spermiumeintritt die ventrale Seite bestimmt und somit der Samenfaden die zukünftige Körpersymmetrie veranlaßt.

Ein Blick auf die Schemata (Abb. 5 und 6) läßt ein nur wenig bevorzugtes Vorkommen im Sinne dieser Auffassung erkennen.

An der Stelle, wo das Spermium in das Ei eindringt, entsteht nicht immer die ventrale Seite. Wenn wir noch eine weitere Winkelgruppierung in Abb. 6 vornehmen, nämlich eine Zusammenfassung der beiden Sektoren von transversaler Achsenbeziehung (7 und 5), wie es im Vergleich mit den dorsalen und ventralen Sektoren sinngemäß ist, so stellt sich heraus, daß für die ventrale (14) und transversale Beziehung (12) nahezu die gleiche Zahl gilt. Das heißt also: an Stelle des Sperminumeintrittes können sich grundsätzlich verschiedene, nämlich einmal ventrale, ein andermal transversale Körperbezirke ausbilden.

Diese Tatsache widerlegt die von Roux aufgestellte Regel, daß vom Spermium die Bestimmung einer stets gleichsinnigen Körpergegend, nämlich der ventralen, ausgehe.

Wir sahen, daß der Halbmond als Ausdruck der Frühdifferenzierung unmittelbar im Anschlusse an die Befruchtung entsteht, obwohl wir auch an unbefruchteten Eiern die verzögerte und weniger deutliche Ausbildung einer hellen Seite wahrgenommen haben. Wenn wir also annehmen, daß im unbefruchteten Ei eine lockere bilaterale Struktur besteht, und wenn wir, nur um der alten Anschauung Rechnung zu tragen, eine gewisse Bevorzugung der ventralen Seite vom Spermium gelten lassen — in Anbetracht der immerhin wenig überwiegenden ventralen Häufigkeitszahlen —, dann muß die Ursache der Bevorzugung entweder im Ei oder im Samenfaden zu suchen sein. Liegt sie im Ei, dann könnte eine Begünstigung des Eindringens des Samenfadens an der ventralen Seite physikalischer oder anderer Art in Frage kommen. Liegt sie im Samenfaden, dann könnte man etwa annehmen, daß das Spermium die Fähigkeit besäße, die bestehende Struktur umzustimmen in dem Sinne, daß die Spermiumbahn die ventrale Seite der Symmetriestruktur auf sich lenke. In Anbetracht des geringen Überwiegens der ventralen Fälle fehlen für beide Annahmen genügende Unterlagen. Diese Frage ließe sich erst auf Grund eines größeren Zahlenmaterials sicherer beurteilen. Es muß also offengelassen werden, ob die geringe Bevorzugung der ventralen Hälfte gegenüber der dorsalen (im Verhältnis 23 : 13) der Ausdruck irgendeiner inneren Beziehung ist.

2. Beziehung der Spermiumeintrittsstelle zur ersten Furche.

Wir betrachten noch einmal die Schemata der Beziehungsergebnisse von Befruchtungsmeridian und erster Furche (Abb. 7 und 8). Wir sehen, daß neben den 21 auffallend übereinstimmenden Fällen die

Häufigkeitszahlen der übrigen Sektoren zusammengefaßt nur 15 ergeben, wobei sie untereinander mehr oder minder große Abweichung zeigen. Es muß hier betont werden, daß das überwiegende Zusammenfallen von Befruchtungsmeridian und erster Furche nicht an jedem Laichmaterial gleichartig gefunden wurde. Es kam ein Laich zur Beobachtung, durch den das Resultat merklich nach dieser Richtung verschoben wurde. Wir dürfen die Zahl der übereinstimmenden (21) und abweichenden Fälle (15) einander scharf gegenüberstellen, denn gegenüber dem Zusammenfallen ist für ein unabhängiges Verhalten der ersten Furche von der Spermiumbahn die Größe der Abweichung gleichgültig. — Die weitere Deutung dieses Befundes erfolgt im Zusammenhang mit der letzten der ermittelten Beziehungen:

3. Beziehung der ersten Furche zur Medianebene.

Die Beziehung zwischen erster Furche und Medianebene wurde von Vogt (1926) an einem größeren Material mehrerer Amphibienarten bestimmt. Während für Anuren (Bombinator) nach ihm eine „symmetriebezogene" Furchung gilt, zeigen die von ihm mitgeteilten Resultate an Urodelen, daß jede Stellung der ersten Furche zur Medianebene von 0—90° vorkommt, wenn auch nicht gleichmäßig verteilt in allen Gradabständen, so doch ohne eine ganz besondere Bevorzugung irgendeines Sektors und auch verschieden in den Einzelheiten, je nach den untersuchten Urodelenarten. Seine Häufigkeitszahlen für 106 untersuchte Axolotlkeime betragen wie folgt:

0—30° : 38; 30—60° : 41; 60—90° : 27; meine vergleiche in Abb. 11: 0—30° : 19/15; 30—60° : 7/8; 60—90° : 12/11.

Die beiden Versuchsreihen unterscheiden sich also in den absoluten Zahlenwerten; doch ist in beiden das Vorkommen aller Winkelgrade erwiesen und eine wesentliche Bevorzugung irgendeiner Lagebeziehung zwischen erster Furche und Medianebene nicht erkennbar.

Somit sind für die erste Furche zwei Beziehungen ermittelt:

Die erste Furche entsteht unbekümmert um die Eisymmetrie in beliebiger Winkelstellung zu ihr;

sie steht in gewisser Abhängigkeit von der Spermiumeintrittsstelle, denn sie stimmt in überwiegender Zahl der Fälle mit dem Befruchtungsmeridian überein.

Da wir annehmen müssen, daß die erste Furche in ihrer Lage von der der ersten Teilungsspindel bestimmt wird, muß für die Fälle des Zusammenfallens die alte Erklärung bestehen bleiben. Nach dieser richtet der Samenfaden seine Bahn dem Eizentrum zu, er hält diese Richtung annähernd bei, auch während der Kopulation von Ei- und

Samenkern. Die Furchungsspindel stellt sich senkrecht zur Kopulationsebene und die erste Teilungsebene wieder senkrecht auf die Spindel ein. Infolgedessen fällt dann die erste Furche in den Befruchtungsmeridian. (Die sog. Pigmentstraße, die nach verschiedenen Forschern keineswegs in die Ebene des Befruchtungsmeridians fällt, dürfte die erste Furche nicht bestimmen können.) Für die zahlreichen abweichenden Fälle (fast die Hälfte der Gesamtfälle) ist daran zu erinnern, daß Fick (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1893, **56**) gerade für das Axolotlei einen weitgehend unregelmäßigen Verlauf der Pigmentstraße, somit der Spermiumbahn, histologisch festgestellt hat. Dieser Befund erklärt es, daß Abweichungen der ersten Furchungsebene vom Befruchtungsmeridian häufig vorkommen müssen.

Zusammenfassung:

1. Eine dorso-ventrale Differenzierung besteht wahrscheinlich schon im unbefruchteten Ei.

2. Nach der Befruchtung gewinnt diese Polarität einen sichtbaren Ausdruck im Auftreten des grauen Halbmondes, in der Verlagerung der Eiachse und der Verschiebung des Richtungsfleckes und wird somit endgültig festgelegt.

3. Die erste Teilungsspindel richtet sich nicht nach dieser Symmetrie; die nachfolgende Aufteilung beeinflußt sie in keiner Weise.

4. Das Eindringen des Samenfadens liegt bei Annahme einer primären Bilateralstruktur zeitlich zwischen Entstehung der Eisymmetrie und Ausbildung des Furchungssystems;

zur Eisymmetrie hat der Spermiumeintritt keine bestimmte Beziehung;

das Furchungsbild richtet sich häufig nach dem Befruchtungsmeridian in dem Sinne, daß die erste Furche — unabhängig von der Eisymmetrie — mit ihm zusammenfällt.

Literaturverzeichnis.

Vogt, W., Weitere Versuche mit vitaler Farbmarkierung und farbiger Transplantation zur Analyse der Primitiventwicklung von Triton. Verhandl. d. Anat. Ges. 1923.

Vogt, W., Eine Methode lokalisierter Vitalfärbung an jungen Amphibienkeimen. Sitzungsber. d. Phys.-Med. Ges. Würzburg. Münch. med. Wochenschr. 1923.

Vogt, W., Morphologische und physiologische Fragen der Primitiventwicklung, Versuche zu ihrer Lösung mittels vitaler Farbmarkierung. Sitzungsber. d. Ges. f. Morphol. u. Physiol. München, Bd. 35, 1923/24.

Vogt, W., Gestaltungsanalyse am Amphibienkeim mit örtlicher Vitalfärbung. Vorwort über Wege und Ziele. I. Teil: Methodik und Wirkungsweise der örtlichen Vitalfärbung mit Agar als Farbträger. W. Roux' Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 106, 1925.

Vogt, W., Die Beziehungen zwischen Furchung, Hauptachsen des Embryo und Ausgangsstruktur im Amphibienei nach Versuchen mit örtlicher Vitalfärbung. Sitzungsber. d. Ges. f. Morph. u. Physiol. München, Bd. 37, 1926.

Herrn Professor Dr Walther Vogt gestatte ich mir für die Zuweisung des Themas und Übernahme des Referates sowie für die überaus wertvollen vielseitigen Anregungen, mit denen er meine Arbeit in wohlwollendster Weise unterstützte, ergebenst zu danken. Desgleichen spreche ich Herrn Privatdozent Dr. Kurt Goerttler für das meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse sowie für seine hilfreichen Ratschläge meinen Dank aus.

Lebenslauf.

Ödön Bánki, geboren am 19. Mai 1903 zu Györ in Ungarn, Sohn des Geburtshelfers und Frauenarztes Dr. Zoltán Bánki. — Ich besuchte und absolvierte im Juli 1920 die kgl. ung. staatl. Oberrealschule in Györ und legte die Ergänzungsreifeprüfung in der lateinischen Sprache und Literatur im September 1920 an dem Gymnasium des Ordens des hl. Benedikt in Györ ab. — Ich studierte Medizin in Würzburg, Halle a. S., München. Die ärztliche Vorprüfung bestand ich im Frühjahr 1923 in Würzburg, die ärztliche Prüfung im Dezember 1925 in München.